

PCT/JP2004/008174

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

04.06.2004

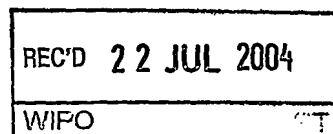
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 2 月 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 4 0 2 3 0 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 4 0 2 3 0 6]

出 願 人 株式会社ポストゲノム研究所
Applicant(s):

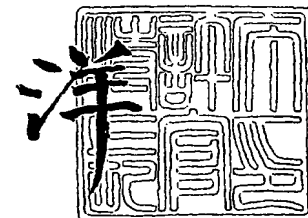


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 7 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願
【整理番号】 PGI-A0301
【提出日】 平成15年12月 1日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 C12Q 1/68
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都台東区谷中 2-6-43-202
 【氏名】 橋本 真一
【発明者】
 【住所又は居所】 千葉県松戸市松戸 159-1 第3住宅 2-905
 【氏名】 松島 綱治
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都杉並区南荻窪 4-8-13
 【氏名】 菅野 純夫
【特許出願人】
 【識別番号】 501005184
 【氏名又は名称】 株式会社ポストゲノム研究所
【代理人】
 【識別番号】 100102978
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 清水 初志
【選任した代理人】
 【識別番号】 100108774
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 橋本 一憲
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 041092
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

次の工程を含む真核細胞の遺伝子タグの製造方法。

- (1) RNAのCAP部位にIIs型制限酵素の認識配列を含むRNAリンカーを連結する工程、
- (2) (1)のRNAを鋳型としてcDNAを合成する工程、
- (3) (2)のcDNAにRNAリンカーに含まれる認識配列を認識するIIs型制限酵素を作用させ、遺伝子タグを生成する工程

【請求項 2】

次の工程によってcDNAを合成する請求項 1 に記載の方法。

- i) RNAの任意の領域にアニールするプライマーによってcDNAの第 1 鎖を合成する工程、および
- ii) 第 1 鎖のRNAリンカーを鋳型として合成された領域にアニールするプライマーによって、cDNAの第 2 鎖を合成して 2 本鎖cDNAとする工程

【請求項 3】

第 1 鎖のRNAリンカーを鋳型として合成された領域にアニールするプライマーが、固相に結合することができる標識を有するか、または固相に固定化されており、前記固相の回収によって 2 本鎖cDNAを回収する工程を含む請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

IIs型制限酵素を作用させる前、または後に固相を回収する請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

RNAリンカーがII型制限酵素の認識配列を含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

遺伝子タグのIIs型制限酵素の切断部位を、他の遺伝子タグのIIs型制限酵素の切断部位と連結させて、ダイタグを生成する工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

RNAリンカーにアニールするプライマーによって、ダイタグを増幅する工程を含む請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

遺伝子タグのIIs型制限酵素の切断部位に任意の塩基配列を有するアダプターを連結し、RNAリンカーと、前記アダプターにアニールするプライマーによって、遺伝子タグを増幅する工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の方法によって生成された遺伝子タグの複数を連結する工程を含む、遺伝子タグのコンカテマーの製造方法。

【請求項 10】

請求項 6 に記載の方法によって生成されたダイタグの複数を連結する工程を含む、遺伝子タグのコンカテマーの製造方法。

【請求項 11】

請求項 9 または請求項 10 に記載のコンカテマーの塩基配列を決定する工程を含む、遺伝子タグの塩基配列の決定方法。

【請求項 12】

次の要素を含む、遺伝子タグの製造用試薬キット。

- (a) IIs型制限酵素の認識配列を含むオリゴヌクレオチドからなるRNAリンカー
- (b) RNAリンカーをRNAのCAP部位に連結するための試薬
- (c) RNAリンカーを鋳型として合成されたcDNAにアニールするオリゴヌクレオチドからなるcDNA第 2 鎖合成用のプライマー
- (d) cDNA第 1 鎖合成用プライマー

【請求項 13】

次の工程を含む、真核細胞における遺伝子の発現プロファイルの取得方法。

- (1) 請求項 1 に記載の方法によって遺伝子タグを製造する工程、

- (2) (1) の遺伝子タグの塩基配列を決定する工程、および
(3) 決定された塩基配列とその出現頻度を対応付けることによって発現プロファイルを得る工程

【請求項 14】

請求項 13 に記載の方法によって取得された遺伝子発現プロファイル情報を蓄積した、遺伝子発現プロファイルのデータベース。

【請求項 15】

請求項 13 に記載の方法によって異なる種類の細胞の遺伝子発現プロファイルを取得し、遺伝子発現プロファイルを比較して細胞間で発現頻度の異なる遺伝子タグを選択する工程を含む、遺伝子発現プロファイルの解析方法。

【請求項 16】

次の工程を含む、遺伝子の転写開始点の決定方法。

(1) 請求項 1 に記載の方法によって遺伝子タグを製造する工程、

(2) (1) の遺伝子タグの塩基配列を決定する工程、および

(3) 決定された塩基配列をゲノムの塩基配列上にマッピングし、塩基配列が一致した領域を当該遺伝子の転写開始点として同定する工程

【請求項 17】

cDNA の第 1 鎖の合成のためのプライマーが特定の遺伝子の塩基配列から選択された塩基配列からなり、当該遺伝子の転写開始点を決定することを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

次の工程によって決定された塩基配列またはその相補配列を含む cDNA を合成するための 5' 側のプライマーと、cDNA の任意の部位にアニールする 3' 側のプライマーを含む、cDNA 合成用プライマーセット。

(1) 請求項 1 に記載の方法によって遺伝子タグを製造する工程、および

(2) (1) の遺伝子タグの塩基配列を決定する工程

【請求項 19】

3' 側プライマーが下記の群から選択されたいずれかのプライマーである請求項 18 に記載のプライマーセット。

i) オリゴdT プライマー

ii) cDNA の断片配列情報、および

iii) cDNA の II 型制限酵素認識に隣接する遺伝子タグの塩基配列またはその相補配列からなるプライマー

【請求項 20】

次の工程を含む、全長 cDNA の合成方法。

a) 次の工程によって決定された塩基配列またはその相補配列を含む cDNA を合成するための 5' 側のプライマーと、オリゴdT プライマーからなる 3' 側のプライマーを用い、mRNA を鋳型として相補鎖合成反応を行う工程、および

(1) 請求項 1 に記載の方法によって遺伝子タグを製造する工程、および

(2) (1) の遺伝子タグの塩基配列を決定する工程

b) 合成された DNA を全長 cDNA として回収する工程

【請求項 21】

請求項 20 に記載の方法によって得ることができる全長 cDNA。

【請求項 22】

請求項 21 に記載の全長 cDNA によってコードされるアミノ酸配列を含むポリペプチド。

【請求項 23】

請求項 22 に記載のポリペプチドを認識する抗体。

【請求項 24】

請求項 21 に記載の全長 cDNA のコード領域を発現可能に保持するベクター。

【請求項 25】

請求項 24 に記載のベクターを発現可能に保持する形質転換体。

【請求項 26】

請求項 25 に記載の形質転換体を培養し、発現産物を回収する工程を含む、請求項 22 に記載のポリペプチドの製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】遺伝子タグの取得方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、遺伝子タグの取得方法、並びに遺伝子タグの解析方法に関する。

【背景技術】

【0002】

さまざまな細胞の遺伝子発現状態の比較によって、細胞を特徴付けることができる。つまり、細胞の状態を遺伝子の発現パターンで表現した細胞のカタログを得ることができる。このカタログを利用して、遺伝子の発現状態から細胞を特定することができる。逆に、細胞間で遺伝子の発現パターンを比較すると、各細胞に特徴的な遺伝子を拾い出すこともできる。たとえば、正常な細胞と、人為的な処理を加えた細胞の間で遺伝子の発現状態を比較すると、人為的な処理を加えたときに発現レベルが変化する遺伝子が見出される。この遺伝子は、人為的な処理の結果として発現レベルが変化した遺伝子である。同様に、患者の細胞と健常者の細胞の間で遺伝子の発現状態を比較することによって、疾患に関連する遺伝子を見出すこともできる。

【0003】

このようにして、遺伝子の発現状態の比較によって、ある状態にある細胞で発現している遺伝子を網羅的に解析し、その種類や発現レベルを細胞間で比較することを、遺伝子の発現解析(expression analysis)と呼んでいる。遺伝子の発現解析のための手法には、さまざまな方法が用いられている。

【0004】

たとえば、以下に示す方法は、cDNAライブラリー間で発現レベルが変化している遺伝子を単離するために開発された方法である。

ディファレンシャルディスプレイ法(differential display)

サブトラクションライブラリー法(subtraction library)

【0005】

これらの方法は比較的古くから実用化されている方法である。いずれも由来の異なるcDNAライブラリーの間で、発現レベルの異なっている遺伝子を見出すための解析手法である。膨大な遺伝子の塩基配列情報が蓄積された近年においては、その塩基配列情報を利用した更に効率的な遺伝子発現解析が実現されている。すなわち、DNAアレイ法である。DNAアレイには、数万におよぶ遺伝子のプローブが高密度に配置されている。1つのDNAアレイを用いることで、一度の実験操作で数万の遺伝子の発現状態を知ることができる。ヒトの遺伝子の種類が3万~4万と推測されていることから、DNAアレイは、ヒトの遺伝子発現解析を強力に推進するツールとして広く普及しつつある。更にDNAアレイは、治療標的の探索や、薬剤候補化合物の開発に有用であると評価されている(Nature Genetics volume 32 supplement pp 547 - 552, 2002)。

【0006】

しかし、一般にDNAアレイを構成するプローブは、既知の塩基配列情報に基づいてデザインされている。したがって、未知の遺伝子の取得には不向きなデバイスである。更に、現在商業的に供給されているDNAアレイは、遺伝子配列情報が十分に蓄積された生物種に限られる。たとえばAffymetrics社は、次のような生物種についてDNAアレイを提供している。

シロイヌナズナ(Arabidopsis ATH1 Genome Array)

線虫(C. elegans Genome Array)

ショウジョウバエ(Drosophila Genome Array)

大腸菌(E. coli Antisense Genome Array)

ヒト(Human Genome Focus Array、他)

マウス(Mouse Expression Set 430、他)

緑膿菌(P. aeruginosa Genome Array)

ラット(Rat Expression Set 230、他)
酵母(Yeast Genome S98 Array)

【0007】

DNAアレイによるその他の生物種の遺伝子発現解析のためには、スポットターなどを利用して利用者がDNAアレイを調製しなければならない。あるいは、カスタムアレイの作成サービスを利用する必要がある。それでも、遺伝子配列表の蓄積が不十分な生物種については、遺伝子配列情報に基づくDNAアレイを用意することは難しい。

【0008】

未知の遺伝子の取得を可能とし、しかも高度に効率的な遺伝子発現解析を可能とする手法として、SAGE(Serial analysis of gene expression)が提案された(SCIENCE, Vol.270, 484-487, Oct. 20, 1995)。SAGEは、遺伝子に固有のタグを取得し、タグの塩基配列の塩基配列を網羅的に解析する解析手法である。遺伝子タグとは、その遺伝子の名札として利用することができる遺伝子の断片を言う。通常、10～20塩基程度の連続する塩基配列が、異なる遺伝子の間で完全に一致する可能性はそれほど高くない。たとえば9塩基からなる断片で、理論的には 4^9 種類の(4⁹)の遺伝子の識別が可能である。したがって、この程度の長さの断片は、遺伝子タグとして有用である。

【0009】

更にヒトゲノム配列において、18～21塩基からなるタグ配列の出現頻度と、そのタグ配列が遺伝子に固有の塩基配列である可能性は次のように計算される。

18	268,435,456塩基に1回	89.43%
19	1,073,741,824塩基に1回	97.24%
20	4,294,967,296塩基に1回	99.3%
21	17,179,869,184塩基に1回	99.83%

つまり、理論的には、18塩基のタグ配列では約90%以上、20塩基のタグ配列では約99%以上の確率で、遺伝子に固有の塩基配列であると考えられる。

【0010】

SAGEにおいては、IIs型制限酵素(Type II Endonuclease)の作用を利用して、遺伝子タグが生成される。SAGEにおいてタグを生成するIIs型制限酵素は、タギング酵素と呼ばれる。II型の制限酵素がDNAの認識配列の中を切断するのに対して、IIs型制限酵素は、認識配列から離れた位置を切断する。認識配列と切断位置の間の距離は、酵素によってほぼ一定である。たとえば、Bsm FIあるいはFokIは認識配列から9～10塩基の位置でDNAを切断し、粘着末端(sticky end)を残す。その他にも同様の作用を有するIIs型の制限酵素として、次のような酵素が知られている(Szybalski, Gene 40:169, 1985)。

BbvI,	BbvII,	BinI,	FokI,	HgaI,	HphI
MboII,	MnlI,	SfaNI,	TaqII,	TthI	III

【0011】

更に、Mme Iと呼ばれるIIs型制限酵素は、認識配列(5'-TCCRAC-3')から20塩基離れた位置を切断する(Tucholski et al, Gene Vol.157, pp.87-92, 1995)。MmeIをタギング酵素として利用し、20塩基長のタグを得ることができる発現解析方法も公知である(US Patent 6498013)。MmeIを利用するSAGEは、特にlong SAGEとも呼ばれる。以下に一般的なSAGEの原理を簡単にまとめた。

【0012】

まず、cDNAをII型制限酵素で切断し、その断片を回収する。II型制限酵素の認識配列が4塩基の場合、理論的には256塩基(4⁴)の断片に切断される。たとえばNla IIIの認識配列は4塩基である。cDNAの5'末端あるいは3'末端を固相に捕捉しておけば、切断されたcDNAの5'側、あるいは3'側の断片を、それぞれ容易に回収することができる。回収されたcDNAは2つの反応系に分割され、各反応系についてそれぞれ以下の操作が行われる。

【0013】

回収されたcDNAの切断箇所には、アダプターがライゲーションされる。アダプターは、末端にPCR増幅用のプライマーの塩基配列、中間にアンカーリング酵素の認識配列、そして

てcDNAにライゲーションされる末端にIIs型の制限酵素(タギング酵素)の認識配列が配置されている。2つの別のプールに分割されたcDNAには、それぞれに異なる塩基配列のプライマーの塩基配列を含むアダプターがライゲーションされる。アダプターのライゲーションの後にIIs型の制限酵素を作用させると、IIs型制限酵素はcDNAの末端を認識し、そこから離れた位置を切断する。こうして、II型制限酵素によって切断された部分から、IIs型制限酵素に切断された部分までの断片からなるタグが生成される。生成されたタグは、ライゲーションされたアダプターを有している。

【0014】

IIs型制限酵素の切断によって形成されたタグの粘着末端(sticky end)は、T4 DNAポリメラーゼによって平滑末端とされる。その後、前記の2つに分割された反応系のタグは、それぞれ平滑末端においてライゲーションされる。この結果、異なるプライマー配列を末端に配置して2つのタグが向かい合わせに連結される。2つのタグが連結されたものをダイタグと言う。ダイタグはPCRによって増幅され、アンカーリング酵素で切断される。その結果、PCRの増幅産物から、その両端のプライマー配列が除去される。更にプライマー配列を除かれたダイタグは、互いに連結されてダイタグのコンカテマーとする。こうして得られたコンカテマーがシーケンシングベクターに組み込まれる。

【0015】

コンカテマーの塩基配列を解析すれば、複数の遺伝子に由来する遺伝子タグの塩基配列を同時に明らかにすることができる。あるcDNAライブラリーから得られたコンカテマーの塩基配列情報を集積すると、理論的には、そのライブラリーを構成するcDNAの全ての遺伝子のタグ情報を得ることができる。こうして得られたタグ情報を、細胞間で比較すれば、容易に発現解析を行うことができる。

【0016】

DNAアレイによる発現解析には、塩基配列情報の蓄積が不可欠である。そのため、現在商業的に入手可能なDNAアレイは、ヒト、マウス、あるいは酵母などの一部の生物種に限られている。つまり、その他の多くの生物種において、DNAアレイを用いた遺伝子発現解析を行うためには、DNAアレイを新たに作成しなければならない。またDNAアレイは、既知の塩基配列情報に基づいて合成されたプローブ、あるいはクローニングされたcDNAをプローブとして用いる。その結果、一般的には、未知の遺伝子を見出すことは難しい。これに対してSAGEは、遺伝子の塩基配列情報の蓄積が不十分なことは、解析の障害とならない。更にプローブを必要としないSAGEは、未知の遺伝子の単離に有用な技術であると言える。

【0017】

しかし現在実用化されているSAGEのプロトコルにおいては、cDNAを制限酵素で切断し、得られた切断箇所IIs型制限酵素の認識配列を含むリンカーを連結している。したがって、SAGEに用いられる制限酵素には、認識配列が短いことが要求される。認識配列が長い制限酵素(rare cutter)では、切断されないcDNAが多くなってしまう。既知のSAGEにおいては、制限酵素で切断できないcDNAについては、タグが生成されない。

【0018】

たとえば4塩基を認識する制限酵素であるNlaIIIなどの制限酵素は、SAGEに好適であるとされている。理論的には、cDNAが $4^4 (= 256)$ 以上の長さを有していれば、NlaIIIの認識配列を少なくとも一つ含んでいると言うことができる。確かに、256塩基以下の転写産物が存在する可能性は低いかもしれない。しかしライブラリーを構成する全てのcDNAが、常にNlaIIIの認識配列を含むとは限らない。つまり、256塩基以上の長さを有するcDNAであっても、タグが生成されない可能性はある。実際に、線虫の遺伝子をモデルとしたSAGEの評価において、NlaIII認識配列を持たないために、タグが生成されない遺伝子が存在することが報告されている(Genome Res. 2003 Jun. 13/6A:1203-15)。

【0019】

加えてこの工程を経て取得することができるタグは、cDNAを構成する塩基配列の中の制限酵素認識部位に隣接する塩基配列である。未知の遺伝子においては、cDNAの中のどこに制限酵素認識配列が存在するのかを予め予測することはできない。つまり、公知のSAGEに

よって取得されたタグの配列情報は、cDNAのどの場所に由来しているのかを予測することができないのである。

【0020】

US Patent 6498013は、cDNAの5'側、あるいは3'側を捕捉することによって、それぞれ、5'側あるいは3'側のタグが得られることを開示している。しかしこの工程によって生成されるタグは、cDNAの5'側あるいは3'側に位置する制限酵素(NlaIII)に隣接する塩基配列からなっている。言い換えれば、それは、cDNAに含まれるある制限酵素認識サイトのうち、もっとも5'側あるいは3'側にある制限酵素(NlaIII)に隣接する塩基配列である。つまり、cDNAの塩基配列のどこを占める塩基配列であるのかは、明らかでない。

遺伝子発現解析においては、タグを構成する塩基配列がcDNAの中のどこに由来しているのかは大きな問題とはならない。しかし、もしもタグの塩基配列がcDNAのどの部分を構成する塩基配列なのかを明らかにすることができれば、タグの有用性は更に高まる。

【0021】

【非特許文献1】 Nature Genetics volume 32 supplement pp 547 - 552, 2002

【非特許文献2】 SCIENCE, Vol.270, 484-487, Oct. 20, 1995

【非特許文献3】 Szybalski, Gene 40:169, 1985

【非特許文献4】 Tucholski et al, Gene Vol.157, pp.87-92, 1995

【非特許文献5】 Genome Res. 2003 Jun.13/6A:1203-15

【特許文献1】 US Patent 6498013

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0022】

本発明は、新規な原理に基づく遺伝子タグの取得方法、並びに遺伝子タグの解析方法の提供を課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0023】

先に述べたように、現在実用化されているSAGEにおいては、制限酵素の認識配列に隣接する塩基配列がタグとして生成される。このことが、タグの塩基配列と、cDNAの全長配列との関係をわかりにくくさせていた。また、制限酵素の認識配列を含まないcDNAについては、タグが生成されないという課題を残していた。

本発明者は、制限酵素の認識配列に依存しないでタグを生成することができれば、これらの課題を解消できると考えた。たとえば、mRNAの5'末端を利用してタグを生成すれば、タグの塩基配列は様々な有用性を期待できるはずである。そこで、cDNAの合成方法として利用されていたCAP構造に着目し、遺伝子タグの取得への応用を試みた。その結果、mRNAの5'末端の塩基配列情報をタグとして取得できることを見出し、本発明を完成した。すなわち本発明は、以下のタグの取得方法、ならびにこの方法によって取得されたタグの用途に関する。

〔1〕 次の工程を含む真核細胞の遺伝子タグの製造方法。

- (1) RNAのCAP部位にIIIs型制限酵素の認識配列を含むRNAリンカーを連結する工程、
- (2) (1)のRNAを鋳型としてcDNAを合成する工程、
- (3) (2)のcDNAにRNAリンカーに含まれる認識配列を認識するIIIs型制限酵素を作用させ、遺伝子タグを生成する工程

〔2〕 次の工程によってcDNAを合成する〔1〕に記載の方法。

- i) RNAの任意の領域にアニールするプライマーによってcDNAの第1鎖を合成する工程、および
- ii) 第1鎖のRNAリンカーを鋳型として合成された領域にアニールするプライマーによって、cDNAの第2鎖を合成して2本鎖cDNAとする工程

〔3〕 第1鎖のRNAリンカーを鋳型として合成された領域にアニールするプライマーが、固相に結合することができる標識を有するか、または固相に固定化されており、前記固相の回収によって2本鎖cDNAを回収する工程を含む〔2〕に記載の方法。

- [4] IIs型制限酵素を作用させる前、または後に固相を回収する[3]に記載の方法。
- [5] RNAリンカーがII型制限酵素の認識配列を含む[1]に記載の方法。
- [6] 遺伝子タグのIIs型制限酵素の切断部位を、他の遺伝子タグのIIs型制限酵素の切断部位と連結させて、ダイタグを生成する工程を含む、[1]に記載の方法。
- [7] RNAリンカーにアニールするプライマーによって、ダイタグを増幅する工程を含む[6]に記載の方法。
- [8] 遺伝子タグのIIs型制限酵素の切断部位に任意の塩基配列を有するアダプターを連結し、RNAリンカーと、前記アダプターにアニールするプライマーによって、遺伝子タグを増幅する工程を含む、[1]に記載の方法。
- [9] [1]に記載の方法によって生成された遺伝子タグの複数を連結する工程を含む、遺伝子タグのコンカテマーの製造方法。
- [10] [6]に記載の方法によって生成されたダイタグの複数を連結する工程を含む、遺伝子タグのコンカテマーの製造方法。
- [11] [9]または[10]に記載のコンカテマーの塩基配列を決定する工程を含む、遺伝子タグの塩基配列の決定方法。
- [12] 次の要素を含む、遺伝子タグの製造用試薬キット。
- (a) IIs型制限酵素の認識配列を含むオリゴヌクレオチドからなるRNAリンカー
 - (b) RNAリンカーをRNAのCAP部位に連結するための試薬
 - (c) RNAリンカーを鋳型として合成されたcDNAにアニールするオリゴヌクレオチドからなるcDNA第2鎖合成用のプライマー
 - (d) cDNA第1鎖合成用プライマー
- [13] 次の工程を含む、真核細胞における遺伝子の発現プロファイルの取得方法。
- (1) [1]に記載の方法によって遺伝子タグを製造する工程、
 - (2) (1)の遺伝子タグの塩基配列を決定する工程、および
 - (3) 決定された塩基配列とその出現頻度を対応付けることによって発現プロファイルを得る工程
- [14] [13]に記載の方法によって取得された遺伝子発現プロファイル情報を蓄積した、遺伝子発現プロファイルのデータベース。
- [15] [13]に記載の方法によって異なる種類の細胞の遺伝子発現プロファイルを取得し、遺伝子発現プロファイルと比較して細胞間で発現頻度の異なる遺伝子タグを選択する工程を含む、遺伝子発現プロファイルの解析方法。
- [16] 次の工程を含む、遺伝子の転写開始点の決定方法。
- (1) [1]に記載の方法によって遺伝子タグを製造する工程、
 - (2) (1)の遺伝子タグの塩基配列を決定する工程、および
 - (3) 決定された塩基配列をゲノムの塩基配列上にマッピングし、塩基配列が一致した領域を当該遺伝子の転写開始点として同定する工程
- [17] cDNAの第1鎖の合成のためのプライマーが特定の遺伝子の塩基配列から選択された塩基配列からなり、当該遺伝子の転写開始点を決定することを特徴とする[16]に記載の方法。
- [18] 次の工程によって決定された塩基配列またはその相補配列を含むcDNAを合成するための5'側のプライマーと、cDNAの任意の部位にアニールする3'側のプライマーを含む、cDNA合成用プライマーセット。
- (1) [1]に記載の方法によって遺伝子タグを製造する工程、および
 - (2) (1)の遺伝子タグの塩基配列を決定する工程
- [19] 3'側プライマーが下記の群から選択されたいずれかのプライマーである[18]に記載のプライマーセット。
- i) オリゴdTプライマー
 - ii) cDNAの断片配列情報、および
 - iii) cDNAのII型制限酵素認識に隣接する遺伝子タグの塩基配列またはその相補配列からなるプライマー

〔20〕次の工程を含む、全長cDNAの合成方法。

a) 次の工程によって決定された塩基配列またはその相補配列を含むcDNAを合成するための5'側のプライマーと、オリゴdTプライマーからなる3'側のプライマーを用い、mRNAを鋳型として相補鎖合成反応を行う工程、および

(1) 〔1〕に記載の方法によって遺伝子タグを製造する工程、および

(2) (1)の遺伝子タグの塩基配列を決定する工程

b) 合成されたDNAを全長cDNAとして回収する工程

〔21〕〔20〕に記載の方法によって得ることができる全長cDNA。

〔22〕〔21〕に記載の全長cDNAによってコードされるアミノ酸配列を含むポリペプチド。

〔23〕〔22〕に記載のポリペプチドを認識する抗体。

〔24〕〔21〕に記載の全長cDNAのコード領域を発現可能に保持するベクター。

〔25〕〔24〕に記載のベクターを発現可能に保持する形質転換体。

〔26〕〔25〕に記載の形質転換体を培養し、発現産物を回収する工程を含む、〔22〕に記載のポリペプチドの製造方法。

【発明の効果】

【0024】

本発明は、mRNAの5'末端の塩基配列を遺伝子タグとして取得する方法を提供した。mRNAの5'末端は、真核細胞のmRNAの全てが有する構造である。したがって、mRNAの塩基配列にかかわらず、原理的に全ての遺伝子からタグを取得することができる。一方、公知の原理に基づくSAGEは、制限酵素認識サイトに隣接する領域をタグとして生成する。その結果、もしもmRNAを構成する塩基配列に制限酵素認識サイトが含まれなければ、その遺伝子のタグを取得することはできない。したがって、全ての遺伝子のタグを取得できる原理を提供した点において、本発明の意義は大きい。

【0025】

また本発明のタグの方法によれば、mRNAの断片からも遺伝子のタグを取得できる可能性がある。生体試料に含まれるRNAは、様々な原因によって、常に分解の危険にさらされている。したがって、cDNAの取得、あるいは得られたcDNAに基づく種々の解析結果は、mRNAの保存条件に大きく左右される。SAGE法も、mRNAの構造が完全に維持されていない場合には、遺伝子タグを取得できなかったり、あるいはタグの再現性が失われる可能性がある。

【0026】

しかし本発明の方法によれば、mRNAの5'末端をタグとして取得することにより、たとえmRNAが断片化されていても、5'末端の構造さえ維持されていれば、正しくタグを取得することができる。したがって、mRNAの保存状態の影響を受けにくい。この特徴は、遺伝子の発現解析の信頼性を高める。

【0027】

更に、本発明によって得ることができるタグの塩基配列は、mRNAの5'末端の塩基配列からなっている。その結果、本発明によって得られるタグの塩基配列情報は、さまざまな分野に応用することができる。たとえば以下のような用途は、本発明のタグによって始めて実現された用途である。

ゲノムにおける転写開始点の同定

全長cDNAの合成用プライマーの提供

cDNAライブラリーの全長率の評価

既知の原理に基づくSAGEによって得られたタグは、mRNAのどの領域の塩基配列なのか不明らかでない。したがって、このような用途に用いることはできない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

本発明は、次の工程を含む真核細胞の遺伝子タグの製造方法に関する。

(1) RNAのCAP部位にIIIs型制限酵素の認識配列を含むRNAリンカーを連結する工程、

(2) (1)のRNAを鋳型としてcDNAを合成する工程、

(3)(2)のcDNAにRNAリンカーに含まれる認識配列を認識するIIs型制限酵素を作用させ、RNAの5'末端配列からなる遺伝子タグを生成する工程

【0029】

CAP構造は、真核細胞あるいは真核細胞に感染するウイルスのmRNAの5'末端に存在する構造である。具体的には、7-メチルグアノシンが5'-5'-3'リン酸架橋を介してmRNAの5'末端のヌクレオチドに結合してCAP構造を構成している。mRNAはCAP構造によって5'-3'エクソヌクレアーゼ活性による分解から保護されている。細胞内では、役割を終えたmRNAのCAP構造は、デキャッピング酵素(decapping enzyme)によって除去される。その結果、CAP構造を失ったmRNAは、5'-3'エクソヌクレアーゼによって分解される(LaGrande et al., EMBO J, 17:1487-1496, 1998)。CAP構造は、RNAポリメラーゼIIによる転写反応の初期の段階でRNAの5'末端に付加されていると考えられている。

【0030】

本発明の方法は、このRNAのCAP構造にRNAリンカーを連結する工程を含む。本発明において、RNAは、真核細胞に由来するあらゆるRNAを用いることができる。より具体的には、polyA(+) RNAやtotal RNAを用いることができる。具体的には、動物、植物、酵母、あるいは粘菌などの、mRNAにCAP構造を有するあらゆる生物種に由来する細胞を利用することができる。

【0031】

更に、これらの真核細胞に感染するウイルス由来のRNAも、CAP構造を有している。したがって本発明においては、真核細胞に由来する、真核細胞に感染、あるいは導入された遺伝子情報を転写したRNAも、真核細胞に由来するRNAに含まれる。真核細胞に感染した遺伝子の情報とは、たとえば、ウイルス、ウイロイド、あるいはマイコプラズマのような細胞内寄生体の遺伝子情報が含まれる。これらの遺伝子情報は天然のものであってもよいし、人為的に構成されたものであっても良い。一方、真核細胞に導入された遺伝子の情報とは、ベクターなどによって、人為的に導入された遺伝子情報を言う。たとえば、本来CAP構造を持たないとされている原核細胞の遺伝子であっても、転写可能な形で真核細胞に導入することによって、CAP構造を与えることができる。こうして転写されたRNAも、本発明における真核細胞に由来するRNAに含まれる。

【0032】

これらの細胞からRNAを抽出し、本発明の方法に利用する。RNAの抽出方法は公知である。市販のRNA抽出用のキットを利用すると便利である。たとえばRNAeasy(QIAGEN)などの市販のキットを利用して、高純度のRNAを容易に得ることができる。RNAの抽出にあたり、細胞の破壊が必要な場合には、公知の方法によって破壊することができる。

【0033】

本発明において、CAP構造に連結するRNAリンカーは、少なくともIIs型制限酵素の認識配列を含むオリゴヌクレオチドからなる。RNAリンカーとして用いるオリゴヌクレオチドは、DNAであってもRNAであっても良い。好ましいRNAリンカーはRNAである。RNAリンカーを構成する塩基配列は、IIs型制限酵素の認識配列を含む任意の塩基配列であってよい。ただしIIs型制限酵素の認識配列は、RNAリンカーの3'末端に配置することが望ましい。

【0034】

IIs型制限酵素は、その認識配列を基準として一定の塩基数だけ離れた位置を切断する。本発明は、mRNAの5'末端をタグとして取得することを目的としている。したがって、mRNAの5'末端にできるだけ近くに認識配列を配置することが望ましい。RNAリンカーを構成するIIs型制限酵素の認識配列は、解析に用いるIIs型制限酵素に合わせてデザインすることができる。たとえばMmeIの認識配列は5'-TCCRAC-3'(R=G or A)であることは既に述べた。したがってRNAリンカーは、その3'末端に、この塩基配列を配置するのが望ましい。なおIIs型制限酵素の認識配列は、IIs型制限酵素がその3'側を切断するように配置する。

【0035】

本発明のRNAリンカーとして有用な塩基配列を以下に示す。この塩基配列は、3'末端に配置されたIIs型制限酵素(MmeI)の認識配列(TCCRAC;大文字)に加え、II型制限酵素であ

るXhoIの認識配列(cucgag;アンダーライン)も含んでいる。

5' -oligo 1 (配列番号: 1) :

5' -uuuggauuugcuggugcaguacaacuaggcuuaauacucgagUCCGAC-3'

5' -oligo 2 (配列番号: 2) :

5' -uuucugcucgaauucaagcuucuaacgauguacgcucgagUCCGAC-3'

【0036】

付加されたXhoIサイトは、タグの連結、そしてベクターへの組み込みに利用することができる。更に、RNAリンカーを構成する塩基配列は、タグの増幅のためのプライマーがアニールするための領域として利用することもできる。プライマーがアニールするためには、アニーリングのための領域が、少なくとも15塩基、通常20-50塩基、たとえば20-30塩基で構成されるのが好ましい。またその構成塩基は、プライマーの融解温度(T_m)が、通常60-80℃、たとえば65-75℃程度を有するようにデザインすることができる。

【0037】

プライマーがアニールするための塩基配列は任意である。更に、各種の制限酵素の認識配列を構成する領域と、プライマーをアニールさせるための領域は、RNAリンカーの中で重複させることもできる。ただし、2種類のRNAリンカーに対して異なるプライマーをアニールさせる場合には、重複しないようにデザインすることによって、アニーリングの特異性の向上が期待できる。

【0038】

本発明において、RNAリンカーは、RNAのCAP構造に連結される。CAP構造にオリゴヌクレオチドを連結するための方法は任意である。たとえばオリゴキャップ法は、本発明におけるRNAリンカーの結合のための好ましい方法である。オリゴキャッピング法は、mRNAの5'側の塩基配列を保持したcDNAを合成するためにによって開発された方法である(Maruyama, K and Sugano, S.:Gene 138: 171-174, 1994)。オリゴキャッピング法においては、mRNAの3'末端poly(A)配列と、5'末端のCAP構造に連結されたRNAリンカーの塩基配列を利用して、全長cDNAの取得が実現されている。5'側の塩基配列が不完全なmRNAはCAP構造を保持していないので、RNAリンカーが連結されない。そのため、オリゴキャッピング法においては、全長cDNAを特異的に取得することができた。

【0039】

以下にオリゴキャッピング法の反応原理を簡単に述べる。まずmRNAをバクテリアアルカリ性フォスファターゼ(BAP)で処理して、CAP構造を持たないRNAの5'末端のリン酸基を加水分解する。この過程でCAP構造を備えていないRNAは、5'末端のリン酸基を失う。すなわち、断片化したRNA、あるいはミトコンドリア由来のRNAなどの5'末端に突出しているリン酸基が除去される。次いでタバコ酸性ピロフォスファターゼ(TAP)を作用させる。TAPはCAP構造のトリリン酸結合を加水分解する。その結果、CAP構造を有するRNAに特異的に5'末端のリン酸基を与えることができる。

【0040】

BAPおよびTAP処理したRNAには、RNAリンカーが連結される。RNAリンカーの結合は、たとえばT4 RNAリガーゼを利用することができる。T4 RNAリガーゼによるライゲーションは5'末端のリン酸基を要求する。したがって、TAPによって5'末端リン酸基を得たRNAに対して特異的にRNAリンカーが連結される。こうして、CAP構造特異的にRNAリンカーを結合することができる。なおRNAを取り扱う反応においては、全ての工程をRNaseを排除された環境で行うことが望ましい。

【0041】

オリゴキャッピング法には、いくつかのバリエーションが報告されている。たとえばCAP結合蛋白質カラムを利用して、CAP構造を有するRNAを精製する方法が知られている(Eder y, L. et al., Mol. Cell Biol. 15: 3363-3371, 1995)。この方法を利用すれば、CAP構造を有するRNAを固相上に捕捉することができる。固相を洗浄してCAP構造を有しないRNAを除去後にTAPで処理すれば、CAP構造を有しているRNAを回収することができる。こうし

て回収されたRNAは、5'末端にリン酸基を有するので、そのままRNAリンカーを連結することができる。すなわちCAP結合蛋白質を利用する方法は、BAP処理を必要としない。

【0042】

次いで、RNAリンカーを連結したRNAを鋳型としてcDNAが合成される。cDNAを合成するための方法は任意である。以下に、cDNAを合成するための方法について、代表的な方法を記載する。

一般にcDNAの合成は、第1鎖の合成と、第2鎖の合成の二つのステップで構成される。第1鎖の合成は、RNAを鋳型として利用する逆転写反応である。これに対して第2鎖は、先に合成された第1鎖DNAを鋳型とする相補鎖合成反応によって合成される。それぞれ、反応を開始するプライマーによって特徴付けられるいくつかの反応が知られている。

【0043】

本発明において、cDNAの第1鎖は、RNAの任意の領域にアニールするプライマーによって合成することができる。RNAを鋳型として逆転写酵素活性を利用してDNAを合成する方法は公知である。具体的にはMMLV由来の逆転写酵素(Reverse transcriptase; RT)やその変異体などを利用し、プライマーの伸長反応によって第1鎖を合成する方法が公知である。逆転写酵素の変異体としては、逆転写酵素が有するRNaseH活性を失わせた変異体(Superscript II, Gibco BRL)などが市販されている。またTth DNAポリメラーゼのように、DNA合成酵素でありながら、RNAを鋳型とする相補鎖合成反応を触媒する酵素も知られている。このような酵素を利用すれば、第1鎖(RNA template)の第2鎖(DNA template)を単一の酵素で合成することもできる。続いてcDNAの合成のためのプライマーについて記載する。

【0044】

先に述べたオリゴキャッピング法においては、通常、第1鎖の合成にはオリゴdTプライマーが利用される。cDNAの全長を合成するためには、第1鎖の3'末端から合成しなければならないため、mRNAの3'末端を占めるpoly(A)に相補的な塩基配列を有するオリゴdTプライマーが利用される。本発明においても同様に、オリゴdTプライマーを利用することによって、全長cDNAの5'末端をタグ配列として取得することができる。

【0045】

これに対して本発明においては、RNAの全長は必ずしも必要ではない。本発明においては、タグはRNAの5'末端を含むわずかの領域から取得される。したがってRNAの5'末端を含む領域がcDNAとして合成できれば、本発明に必要なcDNAを得ることができる。したがって、たとえばRNAの任意の部分から相補鎖を開始できるランダムプライマーを利用して第1鎖を合成することができる。ランダムプライマーの利用によって、3'側の塩基配列が不完全な断片であっても、CAP構造を有するRNAであればタグを取得することができる。ランダムプライマーは、より幅広いRNAからタグを取得できる点で、特に遺伝子発現解析においては有用なプライマーである。

【0046】

更に、第1鎖の合成にあたって、特定の遺伝子の塩基配列に相補的な塩基配列を有するプライマーを利用することによって、特定の遺伝子のタグを選択的に取得することもできる。たとえば、部分的な塩基配列のみが明らかにされ、5'側の塩基配列が不明な遺伝子について、本発明を利用して5'末端のタグ配列を取得することができる。そのためには、第1鎖の合成に当たって、明らかにされている塩基配列からプライマーとする塩基配列を選択する。このプライマーは、mRNAの明らかにされている領域から5'末端にかけての領域をcDNAの第1鎖として生成する。プライマーは特定の遺伝子の塩基配列から選択されているので、目的とする遺伝子以外のRNAからは第1鎖が生成されない。その結果、タグも生成されない。

【0047】

特定の遺伝子を対象として、本発明の方法によって取得された遺伝子タグには、たとえば次のような有用性が期待できる。まず得られた遺伝子タグの塩基配列情報に基づいて、その遺伝子の転写開始点を明らかにすることができる。転写開始点は、全長cDNAの取得、あるいはプロモーターの探索において重要な情報である。たとえば5'側の塩基配列が明ら

かでないcDNAについて、本発明の方法を利用して、5'側のcDNAを取得することができる。あるいはすでに翻訳開始点が同定されている遺伝子であっても、その5'側の非翻訳領域(5'UTR)が完全なのかどうかを、遺伝子タグの情報によって評価することができる。

【0048】

更に、同一のアミノ酸配列をコードしながら、転写開始点の異なる複数の転写産物を与える遺伝子が明らかにされている。ある遺伝子を対象に、さまざまなmRNAソースについて、本発明の遺伝子タグを取得すれば、当該遺伝子のあらゆる転写産物の転写開始点の情報を容易に集めることができる。もしも複数種類の遺伝子タグが得られれば、当該遺伝子には、転写開始点の異なる複数の転写産物が存在している可能性がある。

【0049】

このほか、共通の塩基配列を有するRNAを意図的にcDNAとして合成することもできる。たとえば、保存性の高い蛋白質の機能ドメインを構成するアミノ酸配列に対して、それをコードすると予測される塩基配列をもとに第1鎖合成用のプライマーをデザインすることができる。このプライマーを用いて合成されるcDNAは、特定の機能ドメインをコードする遺伝子のcDNAである可能性が高い。その結果、特定の機能ドメインを含む遺伝子のタグを意図的に集めることができる。

【0050】

いずれにせよ、本発明において合成されるcDNAの第1鎖は、その3'末端に、RNAリンカーに相補的な塩基配列を有している。したがって、この領域にアニールすることができるオリゴヌクレオチドを利用すれば、容易にcDNAの第2鎖を合成することができる。第2鎖の合成に先立って、第1鎖の鋳型としたRNAは、アルカリ加水分解によって除去することができる。本発明においては、第2鎖は、少なくとも、RNAリンカーに含まれるIIs型の制限酵素の認識配列を含むように合成されるべきである。そのためには、たとえば、RNAリンカーの3'末端に配置されたIIs型制限酵素の認識配列に相当する領域よりも、3'側において相補鎖合成を開始することができるプライマーを利用することができる。あるいは、IIs型制限酵素の認識配列を含むプライマーを利用することもできる。

DNAを鋳型としてプライマー伸長反応によって相補鎖を合成する方法は公知である。すなわち、鋳型依存性のDNAポリメラーゼを利用して、相補鎖を合成する方法が知られている。DNAポリメラーゼとしては、T4 DNAポリメラーゼ、あるいはTaqポリメラーゼなどを用いることができる。

【0051】

cDNAの合成に用いるプライマーは、任意の塩基配列を含むことができる。たとえばその5'末端側に、制限酵素の認識配列を付加したプライマーを利用することができる。プライマーの5'末端に、クローニングサイトを付与するための塩基配列を付加することは、広く行われている。

【0052】

本発明において、cDNAの第2鎖は、固相に結合することができる標識を有するか、または固相に固定化されたプライマーによって合成することができる。プライマーを固相に結合することで、cDNAの第2鎖を固相に捕捉することができる。固相に捕捉されたcDNAは容易に回収することができる。

【0053】

プライマーとして用いるオリゴヌクレオチドを固相に結合するための方法は任意である。たとえば、クロスリンカーを使ってオリゴヌクレオチドの5'末端をプレートに共有結合させる方法等が公知である(米国特許5656462)。あるいは、オリゴヌクレオチドを構成する塩基にビオチンのような結合親和性を持つ分子を導入することができる。ビオチンを、固相化したアビジンに結合させることによって、オリゴヌクレオチドは間接的に固相に捕捉される。オリゴヌクレオチドにおける、結合親和性分子の導入位置は制限されない。

【0054】

第2鎖の合成によって2本鎖となったcDNAはIIs型制限酵素で処理され、本発明における遺伝子タグが生成される。この段階で遺伝子タグは、RNAリンカーとして付加した塩基

配列に連結された状態で回収することができる。遺伝子タグの回収のために、第2鎖合成用のプライマーが結合する固相が利用される。すなわち、遺伝子タグを結合した固相として回収される。固相は、IIs型制限酵素を作用させる後、あるいは前に回収することができる。

【0055】

さて、本発明における遺伝子タグの塩基配列を決定することによって、RNAの5'末端の塩基配列情報を得ることができる。遺伝子タグの塩基配列を決定する方法は任意である。しかし大量の遺伝子タグの塩基配列を効率的に決定するためには、SAGEの原理が有用である。すなわち、複数の遺伝子タグを連結させてコンカテマーとし、コンカテマーをクロニングして、複数のタグの塩基配列を一挙に決定することができる。

各遺伝子タグの長さは、タグの生成に用いたIIs型制限酵素の作用によって一定であると見なされる。したがって、コンカテマーは、一定の長さの遺伝子タグの塩基配列の繰り返しで構成されていると考えられる。そのため、コンカテマーの塩基配列から、各タグの塩基配列情報を得ることができる。

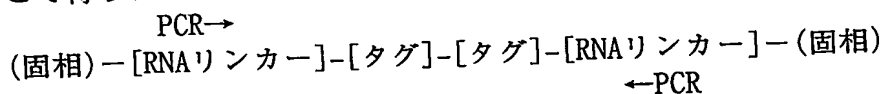
【0056】

タグを連結してコンカテマーを得るための方法として、いくつかのバリエーションを示すことができる。以下のその例を述べる。まず広く知られているSAGEの原理を応用した方法について説明する。この方法においては、まず2つの遺伝子タグを向かい合わせに連結させてダイタグ(di-tag)を得る。このとき、もしもIIs型制限酵素による切断部分が粘着末端(sticky end)であるときは、予め平滑化しておく。平滑末端を形成するためには、T4 DNAポリメラーゼを作用させればよい。

次に、複数のダイタグを連結してコンカテマーを生成する。ダイタグを得るためには、同じcDNAライブラリーを2つのプールにわけて、それぞれのプールに対して同じ操作で遺伝子タグを生成する。次に、2つのプール由来の遺伝子タグ同士を互いに連結してダイタグとする。このとき、遺伝子タグは、IIs型制限酵素で切断された切断部分で連結される。遺伝子タグは、T4DNAライガーゼなどによって酵素的に連結することができる。

【0057】

ここで得られるダイタグは、以下の構造を有する。



この段階で、ダイタグは、PCRなどの増幅方法によって増幅することができる。2つのプールの間でRNAリンカーの塩基配列が相違するようにしておけば、プールの異なるタグ間で連結されたダイタグが特異的に増幅されるので、タグ間の数的なバランスの崩れを防ぐことができる。本発明において、ダイタグの増幅は任意である。

【0058】

続いて複数のダイタグを連結してコンカテマーを得る。そのためには、たとえば予めRNAリンカー内に制限酵素の認識配列を配置しておくことができる。ダイタグを制限酵素で消化後に、制限酵素の切断部位をライゲーションすれば、複数のダイタグを連結することができる。こうして得られるコンカテマーの構造は、次のように示すことができる。

..../[Tag][Tag]/[Tag][Tag]/[Tag][Tag]/[Tag][Tag]/....

すなわち、2つのタグを連結したダイタグ"[Tag][Tag]"を1単位として、制限酵素(アナーリング酵素)による切断部位"/"を挟んでダイタグが連続した構造である。

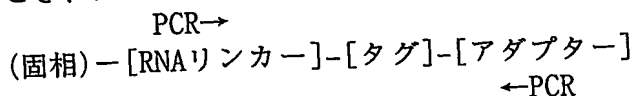
【0059】

更に、クロニング用ベクターの同じ制限酵素サイトに、コンカテマーをインサートすることができる。こうしてコンカテマーをインサートとして有するクロニングベクターを得ることができる。クロニングベクターのインサートの塩基配列を決定することによって、その中に含まれるタグの塩基配列が明らかになる。なおコンカテマーの長さは、1度のシーケンス反応で塩基配列を決定できる程度の長さであることが好ましい。たとえば、500bp以下、たとえば20~400bp、通常50~300bpの範囲のコンカテマーを

例示することができる。

【0060】

ダイタグではなく、タグ単位で連結したコンカテマーを得ることもできる。たとえば、IIIs型制限酵素を作用させた後に、その切断部位にアダプターを結合することができる。このとき、タグは以下のような構造を有する。



アダプターに制限酵素認識配列を配置しておけば、ダイタグのRNAリンカーを消化すると同様に、タグの両端を制限酵素で切断することができる。もしもタグを増幅する場合には、RNAリンカーとアダプターの塩基配列を利用してPCRによって増幅することもできる。いずれにしても、制限酵素で処理したタグを連結してコンカテマーとすることができる。コンカテマーは、更にクローニングベクターに組み込み、その塩基配列を明らかにすることができる。

IIIs型制限酵素によって切り出されるタグの長さは、ほぼ一定とされている。しかし、万が一、その長さにはばらつきがあると、ダイタグを構成したときに、正しいタグの塩基配列を同定することができない場合がある。ダイタグを経由しないでコンカテマーを構成すれば、万が一タグの長さが不均一であっても、タグの塩基配列を正確に決定することができる。

【0061】

本発明の遺伝子タグの取得方法、更に取得されたタグの塩基配列の決定方法に必要な各種の試薬類は、予め組み合わせキットとして供給することができる。すなわち本発明は、以下の要素を含む、遺伝子タグの製造用試薬キットに関する。

- (a) IIIs型制限酵素の認識配列を含むオリゴヌクレオチドからなるRNAリンカー
- (b) RNAリンカーをRNAのCAP部位に連結するための試薬
- (c) RNAリンカーを鋳型として合成されたcDNAにアニールするオリゴヌクレオチドからなるcDNA第2鎖合成用のプライマー
- (d) cDNA第1鎖合成用プライマー

本発明のキットは、ダイタグやコンカテマーの調製に必要な試薬類を付加的に含むことができる。なお、これらの構成要素の具体的な構成は既に述べたとおりである。

【0062】

たとえば、以下のような要素によって、本発明の方法を実施するためのキットを構成することができる。各要素には、それぞれの要素を用いた反応に好適な緩衝液を添付することもできる。更に、本発明のキットには、遺伝子タグの塩基配列の解析のためのソフトウェアを組み合わせることもできる。

RNAリンカーを連結するための要素：

- ・ BAP
- ・ TAP
- ・ T4 RNAリガーゼ
- ・ RNAリンカー

cDNAの合成と分離のための要素：

- ・ 逆転写酵素
- ・ DNAポリメラーゼ
- ・ dXTP
- ・ cDNA第1鎖合成用ランダムプライマー
- ・ cDNA第2鎖合成用5' ビオチン化cDNA合成用プライマー
- ・ アビジン結合磁気ビーズ

遺伝子タグを生成するための要素：

- ・ IIIs型制限酵素

ダイタグの生成と解析のための要素：

- ・T4 DNA リガーゼ
- ・遺伝子タグ増幅用プライマー
- ・DNAポリメラーゼ
- ・II型制限酵素
- ・シーケンシング用ベクター
- ・ベクターを形質転換するための宿主
- ・宿主を培養するための培地

【0063】

本発明によって生成されるコンカテマーの塩基配列情報の解析には、コンピュータソフトウェアを利用するのが有利である。たとえば以下のステップを実行することができる。ソフトウェアを、コンカテマーの塩基配列情報の解析に利用することができる。

シーケンサーの解析データを読み込むステップ

読み込まれた塩基配列データのタグ以外の塩基配列情報を識別するステップ

タグの塩基配列情報を蓄積するステップ

ここで、タグ以外の塩基配列情報としては、タグの形成過程で連結されたRNAリンカーやアダプターなどの塩基配列情報を示すことができる。あるいは、クローニングベクターに由来する塩基配列が読み取られる場合もあるかもしれない。いずれにせよ、これらの塩基配列情報は予め明らかな情報である。更に、これらの付加的な塩基配列情報とタグの塩基配列情報は規則的にコンカテマー上に配置されている。したがって、これらの塩基配列とタグの塩基配列とは、機械的に識別することができる。

【0064】

次にタグの塩基配列と認識された塩基配列情報が蓄積される。ダイタグを形成した場合には、アンチセンス鎖の塩基配列が読み取られる場合もあるので、相補配列の情報も合わせて記録する。アダプターを使ってダイタグを経由しないでコンカテマーを作成する場合には、アダプターとRNAリンカーのクローニングサイトを異なる配列となるようにデザインすれば、単一方向にクローニングすることができる。この場合には、相補配列の蓄積が必要でない。

【0065】

このプログラムには更に付加的な機能を持たせることができる。たとえば、得られたタグの塩基配列を比較し、同じ塩基配列を1つにまとめて、その出現頻度を記録するステップを実行させることができる。更に、異なるRNAソースのタグ情報を比較して、出現頻度の異なるタグを抽出するステップを実行させることもできる。

タグ情報の比較対象としては、予め集積されたデータベースの情報を利用することもできる。たとえば、標準的な組織や細胞株について、予め本発明の方法に基づいて遺伝子タグの情報を集積しておく。この情報を、コンピューターネットワーク上で共有することができる。あるいは、前記試薬キットに添付して商業的に流通させることもできる。こうして入手された遺伝子タグ情報と、自身が実験して取得した遺伝子タグ情報を比較することもできる。

【0066】

本発明によって、転写産物であるmRNAの5'末端の塩基配列情報を得ることができる。5'末端の塩基配列情報は、遺伝子解析において、特に重要な意味を有する。たとえば、本発明によって得ることができる5'末端の塩基配列情報を、以下のような用途に利用することができる。

【0067】

まず本発明は、遺伝子の発現プロファイルの取得に利用することができる。すなわち本発明は、次の工程を含む、真核細胞における遺伝子の発現プロファイルの取得方法に関する。

(1) 本発明に基づいて遺伝子タグを製造する工程、

(2) (1)の遺伝子タグの塩基配列を決定する工程、および

(3) 決定された塩基配列とその出現頻度を対応付けることによって発現プロファイルを得

る工程

【0068】

本発明において、(1)遺伝子タグを製造する工程は、以下の工程を含むことができる。特に断らない場合には、以降の記載においても同様に、「本発明に基づいて遺伝子タグを製造する工程」とは、以下の工程を含む。

- (A) RNAのCAP部位にIIs型制限酵素の認識配列を含むRNAリンカーを連結する工程、
- (B) (A)のRNAを鋳型としてcDNAを合成する工程、
- (C) (B)のcDNAにRNAリンカーに含まれる認識配列を認識するIIs型制限酵素を作用させ、遺伝子タグを生成する工程

【0069】

一般に、発現プロファイルとは、発現情報を伴った遺伝子情報のリストを指す。発現情報とは、発現のレベルを示す量的なパラメーターである。遺伝子情報とは、通常、遺伝子を特定するための情報を言う。具体的には、遺伝子の塩基配列、遺伝子の名称、遺伝子のID番号などが遺伝子情報を構成する。リストを構成する遺伝子の数は、任意である。またその対象も、限定されない。解析の目的に応じて、必要な遺伝子の情報を集積して発現プロファイルが構成される。

【0070】

本発明によれば、CAP構造を有するRNAから、その5'末端の塩基配列情報をタグ情報として取得することができる。またその塩基配列情報を照合し、同じ塩基配列の数をカウントすることによって、塩基配列情報とその出現頻度とが対応付けられる。こうして発現プロファイルを得ることができる。

【0071】

RNAとして全てのRNAを対象とすれば、全遺伝子を対象とする発現プロファイルを得ることができる。本発明においては、特定の遺伝子、あるいは構造的な共通性を有する一群の遺伝子を対象に、遺伝子タグを生成することもできる。このようなケースでは、特定の遺伝子、あるいは一群の遺伝子の発現プロファイルが生成される。

【0072】

CAP構造を有するmRNAとは、細胞中で発現しているmRNAの全てであると仮定すると、本発明によって得ることができる発現プロファイルは、細胞内の遺伝子の発現状況をより正確に反映していると言うことができる。本発明において、塩基配列の出現頻度をカウントするとき、解析対象となる塩基配列情報の総数に占めるある配列の出現頻度の相対的な数を蓄積するのが好ましい。特にPCRなどで増幅された後の出現頻度情報は、定量的な意味は小さい。総数に対する比として比較すれば、より客観的な評価を期待できる。

【0073】

本発明によって得られた発現プロファイルは、データベースとすることができる。データベースとは、発現プロファイルを構成する情報を機械可読式のデータとして蓄積した電子データを言う。本発明のデータベースは、少なくとも、タグの塩基配列情報と、それに関連付けられた出現頻度情報を含む。更に本発明のデータベースは、各塩基配列情報のID番号、塩基配列情報が得られたRNAの由来を合わせて記録することができる。更に、既知の遺伝子の塩基配列情報との関係、ゲノム上へのマッピングの結果などの情報を付加することもできる。

【0074】

本発明の発現プロファイルのデータベースは、電子媒体に保存することができる。電子媒体としては、各種のディスク装置、テープ媒体、あるいはフラッシュメモリーなどを示すことができる。これらの電子媒体は、ネットワーク上で共有することができる。たとえば、インターネット上で本発明のデータベースを共有することができる。更に、前記タグ配列の解析のためのソフトウェアに、インターネットを介して、本発明のデータベースの情報を参照するための機能を追加することもできる。あるいは逆に、本発明に基づいて生成された新たな発現プロファイル情報を、インターネットを介して、データベースに追加することもできる。

【0075】

本発明の発現プロファイルを利用して、発現プロファイル解析を実施することができる。すなわち本発明は、本発明に基づいて異なる種類の細胞の遺伝子発現プロファイルを取得し、遺伝子発現プロファイルを比較して細胞間で発現頻度の異なる遺伝子タグを選択する工程を含む、遺伝子発現プロファイルの解析方法に関する。異なる細胞間で発現レベルの異なる遺伝子を取得する解析方法は、発現プロファイル解析と呼ばれている。このような解析によって、たとえば、疾患などに関連する遺伝子が数多く取得されてきた。本発明の発現プロファイルも、このような発現プロファイル解析に利用することができる。

【0076】

本発明の発現プロファイル解析において、解析の対象とする異なる細胞とは、その由来が異なるあらゆる細胞を言う。同じ組織に由来する細胞であっても、疾患の有無、人種、年齢、性別などのなんらかの条件の相違がある場合には、由来が異なる細胞である。解析の目的の応じて、考慮すべき条件が相違すれば、由来が異なる細胞である。一方、解析の目的に対して無視しうる条件の相違しか見出せない場合には、同一の細胞と見なされる。たとえば、異なる臓器、異なる組織、あるいは由来や培養条件などが異なる細胞の間で発現プロファイルを比較することによって、臓器、組織、あるいは細胞間において、発現レベルの高い（または低い）遺伝子を選択することができる。本発明を応用することができる、解析対象の組み合わせを以下に例示する。

【0077】

異なる組織
成人の組織と胎児の組織
患者の組織と健常者の組織
男性の組織と女性の組織
人種の異なるヒトの組織
生育環境の異なる同じ生物種の組織
異なる細胞
同じ細胞で培養条件の異なる細胞
同じ培養条件で培養時間の異なる細胞
特定の処理を与えた細胞と与えない細胞

【0078】

より具体的には、癌組織と、正常な組織の間で発現プロファイルを比較することによって、癌に特徴的な遺伝子タグを取得することができる。あるいは、特に悪性度の高い癌と、低い癌との比較によって、悪性度に関連する遺伝子タグを特定することができる。

【0079】

本発明によって得られる遺伝子タグは、mRNAの5'末端の塩基配列情報を含んでいる。したがって、同じ蛋白質をコードする遺伝子であって、5'UTRの構造が異なるバリエーション、異なる転写産物として発現プロファイルに反映させることができる。この特徴は、公知のSAGEによって得ることができるタグと比較して、本発明のタグが有している大きなメリットの一つである。また本発明の遺伝子タグは、タグの塩基配列情報そのものが全長cDNAの5'側のプライマーの塩基配列情報として有用である。したがって、発現プロファイル解析によってピックアップしたタグの塩基配列情報に基づいてデザインしたプライマーと、オリゴdTプライマーを利用すれば、直ちに全長cDNAを合成することができる。このことも本発明の大きな特徴である。

【0080】

本発明によって得ることができる遺伝子タグは転写産物であるmRNAの5'末端の塩基配列を含んでいる。したがって、この塩基配列をゲノムの塩基配列上にマッピングすることによって、遺伝子の転写開始点を同定することができる。すなわち本発明は、次の工程を含む、遺伝子の転写開始点の決定方法に関する。

- (1) 本発明の方法に基づいて遺伝子タグを製造する工程、
- (2) (1)の遺伝子タグの塩基配列を決定する工程、および

(3)決定された塩基配列をゲノムの塩基配列上にマッピングし、塩基配列が一致した領域を当該遺伝子の転写開始点として同定する工程

【0081】

2003年4月、ヒトゲノムシーケンス国際コンソーシアムは、ヒトゲノムの解読完了を発表した。この結果、全ゲノムの99%（28億3000万塩基対）を99.99%の精度でカバーするヒトゲノム精密配列を手にすることができた。一方、本発明は細胞内で転写されているあらゆるmRNAの5'末端をタグとして生成する。したがって、原理的には、ある細胞において転写されている遺伝子の、ほぼ全ての転写開始点をゲノム上にマッピングすることができる。ゲノム上にマッピングされた転写開始点は、転写調節領域の取得において重要な情報である。

【0082】

たとえば、転写開始点の上流の1～2kbの範囲をクローニングし、転写調節因子のスクリーニングに利用することができる。あるいは、この領域の塩基配列を解析することによって、転写調節領域を予測することもできる。より具体的には、既知の転写因子の認識配列が保存されている領域を探索することによって、転写因子の結合領域の予測が可能である。

【0083】

また転写開始点のマッピングは、遺伝子そのもののマッピングに他ならない。つまり、本発明におけるタグの塩基配列情報のマッピングの結果に基づいて、遺伝子のゲノム上における物理的な位置関係を把握することができる。現状では、遺伝子の転写開始点は、質の高い全長cDNAの塩基配列情報に頼らなければマッピングすることはできなかった。ところが本発明によって得ることができるタグ情報を利用すれば、容易に転写開始点をマッピングすることができる。このように、本発明によって得ることができるタグ情報は、全長cDNAの成果に匹敵する価値を有していると言うことができる。

【0084】

加えて本発明によって得ることができる遺伝子タグの塩基配列情報は、cDNAの全長率の評価に利用することができる。ゲノムの塩基配列が明らかにされる一方で、細胞の働きを蛋白質レベルで明らかにするための様々な試みが続けられている。そのための手法の一つとして、全長cDNAの網羅的な解析がある。全長cDNAの網羅的な解析においては、ある細胞で発現している遺伝子の全長が網羅的に取得され、その構造が決定される。このときに、取得されたcDNAの全長性が高いことが重要な条件となる。

【0085】

まず第1に、少なくともORFを特定するために、mRNAの5'側の塩基配列が明らかにされている必要がある。更に、転写開始点を同定するためには、5'末端まで取得されていることが重要である。これらの条件を満たしていることを確認するために、しばしば得られたcDNAの全長性が評価される。cDNAの全長性とは、mRNAの5'末端の塩基配列を含むcDNAが、取得されたcDNA全体のどの程度を占めているかを表すパラメーターである。

【0086】

本発明の遺伝子タグは、mRNAの5'末端の塩基配列情報を提供する。したがって、網羅的に取得されたcDNAの塩基配列と、同じライブラリーから得られた本発明の遺伝子タグの塩基配列を照合することによって、各cDNAの5'末端がmRNAの5'末端の塩基配列を含むかどうかを明らかにすることができる。もしも遺伝子タグの塩基配列の多くが、cDNAの塩基配列上にマッピングできる場合には、取得されたcDNAの多くが全長である可能性が高い。逆に、遺伝子タグと一致する塩基配列が取得されたcDNA中に見出せない場合には、cDNAの全長性は低いと予測される。

【0087】

本発明における遺伝子タグの塩基配列情報は、mRNAの5'末端の塩基配列を含むcDNAの取得に利用することができる。すなわち本発明は、次の工程によって決定された塩基配列またはその相補配列を含むcDNAを合成するための5'側のプライマーと、cDNAの任意の部位にアニールする3'側のプライマーを含む、cDNA合成用プライマーセットに関する。

- (1) 本発明に基づいて遺伝子タグを製造する工程、および
(2) (1)の遺伝子タグの塩基配列を決定する工程

【0088】

本発明のプライマーセットを構成する5'側プライマーの塩基配列は、タグとして取得された塩基配列、またはその相補配列を含む。タグは、mRNAのセンス配列、あるいはアンチセンス配列として得られる。したがって、その相補配列あるいは、タグの塩基配列そのものが、cDNA合成用の5'側のプライマーの塩基配列として利用される。5'側のプライマーが5'末端において相補鎖合成を開始することから、本発明のプライマーセットによって合成されるcDNAが常に5'末端の塩基配列を含む。なおタグ配列はDNAから得られるので、塩基tを含む。これに対してRNAの5'末端配列は、tに相当する塩基がuであることは言うまでもない。

【0089】

一方本発明のプライマーセットを構成する3'側のプライマーには、cDNAにアニールすることができる任意のプライマーを利用することができる。3'側のプライマーの選択によって、様々なcDNAを合成することができる。本発明プライマーセットに利用することができる3'側のプライマーとしてたとえば次のようなプライマーを示すことができる。

- i) オリゴdTプライマー
- ii) cDNAの断片配列情報、および
- iii) cDNAのII型制限酵素認識に隣接する遺伝子タグの塩基配列またはその相補配列からなるプライマー

【0090】

まずオリゴdTプライマーとの組み合わせは、全長cDNAの合成に有用である。次に、cDNAの断片配列情報に基づいてデザインされた3'側プライマーは、当該cDNAの5'側の領域を取得するためのプライマーとして利用される。このような目的のためには、できるだけ当該cDNAの5'側の塩基配列に基づいて、3'側プライマーをデザインすればよい。cDNAの断片情報にはESTが含まれる。また様々な遺伝子解析によって、cDNAの断片情報が取得される。そして、しばしば断片情報に基づいて全長の塩基配列を決定することが試みられる。たとえば、DNAアレイのプローブとして使われているESTの5'側の塩基配列の取得が必要なとき、本発明のプライマーセットを利用して、目的とする領域を合成することができる。あるいは、PCRクローニングなどによって取得されたcDNAの断片から、その全長の取得を試みる場合もある。

【0091】

更に、cDNAのII型制限酵素認識に隣接する遺伝子タグの塩基配列またはその相補配列からなるプライマーを3'側プライマーとして利用することもできる。現在実用化されているSAGEは、cDNA中に含まれる特定の制限酵素サイトに隣接する領域を遺伝子タグとして生成する。このタグの塩基配列情報に基づいて、遺伝子発現プロファイルを解析することができる。同じ解析対象について、既知の解析方法に基づいて選択された遺伝子タグの塩基配列情報を3'側のプライマーとして利用すれば、着目する遺伝子のかなりの部分を含むcDNAを合成できる可能性がある。

【0092】

これらのプライマーセットのうち、オリゴdTプライマーとの組み合わせは、全長cDNAを合成するためのプライマーセットとして特に好ましい。全長cDNAは、転写開始点のマッピングに有用である。また5'UTRの構造が異なる転写産物の同定のためには、少なくとも5'末端を含む領域の塩基配列の決定が必須である。更に、全長cDNAは、通常は取得が難しいとされている。こうした背景から、本発明に基づいて得られた遺伝子タグ情報を利用して、全長cDNAを合成することは、特に有用性が高い。すなわち本発明は、次の工程を含む、全長cDNAの合成方法に関する。

- a) 次の工程によって決定された塩基配列またはその相補配列を含むcDNAを合成するための5'側のプライマーと、オリゴdTプライマーからなる3'側のプライマーを用い、mRNAを鋳型として相補鎖合成反応を行う工程、および

- (1) 本発明の方法に基づいて遺伝子タグを製造する工程、および
 (2) (1)の遺伝子タグの塩基配列を決定する工程
 b) 合成されたDNAを全長cDNAとして回収する工程

【0093】

目的とするmRNAを含む可能性の高い細胞から取得されたmRNAを鋳型として、前記の本発明のプライマーセットを用いてcDNAが合成される。当業者は、与えられたプライマーの塩基配列情報に基づいて、cDNAを合成することができる。具体的には、RT-PCRなどの公知の方法を利用して、目的とするcDNAを合成することができる。

【0094】

本発明は、こうして合成された全長cDNAに関する。本発明において、全長cDNAとは、mRNAのCAP構造を有する部分の塩基配列情報と、poly(A)を含むcDNAを言う。本発明はまた、本発明に基づいて合成された全長cDNAによってコードされるポリペプチドに関する。全長cDNAの塩基配列を解析し、ORFを同定することができる。同定されたORFに基づいて、コード領域を発現ベクターに導入することができる。本発明は、このようにして得ることができる発現ベクターを含む。当該発現ベクターを適当な発現系に導入して、cDNAによってコードされるポリペプチドを組み換え体として発現させ、更に回収することができる。

【0095】

加えて本発明は、当該ポリペプチドを認識する抗体に関する。抗体は、たとえば前記組み換え体、あるいは翻訳アミノ酸配列から選択されたアミノ酸配列からなるドメインペプチドで免疫動物を免疫することによって得ることができる。免疫動物からはポリクローナル抗体を回収することができる。更に、免疫動物の抗体産生細胞をクローニングして、モノクローナル抗体を得ることができる。抗体産生細胞をミエロマのような細胞株と融合させて、ハイブリドーマとし、目的とする反応性を有する抗体を産生するクローンをスクリーニングするための方法が公知である。

以下に、実施例に基づいて、本発明を更に具体的に説明する。

【実施例1】

【0096】

本発明に基づいて、mRNAの5'末端の塩基配列を含む遺伝子タグを取得できることを以下の実験によって確認した。以下の操作の概略を図1に示した。

オリゴキャップ法

オリゴキャップ法は、Maruyama および Sugano (1994)の方法を改変して行った(Maruyama, K., Sugano, S., 1994. Oligo-capping: a simple method to replace the cap structure of eucaryotic mRNAs with oligoribo-nucleotides. Gene 138, 171-174.)。5-10 μ gのポリ(A)+ RNAを、100ユニットのRNasin (Promega) を添加した総液量100 μ lの100 mM Tris-HCl(pH 8.0)および5 mM 2-メルカプトエタノール混合液中で、1.2ユニットのバクテリア由来アルカリフォスファターゼ(BAP; TaKaRa)により37°C、40分間処理した。フェノール:クロロホルム(1:1)抽出処理を2回行い、エタノール沈殿処理した。得られた該ポリ(A)+ RNAを100ユニットのRNasinを添加した総液量100 μ lの50 mM 酢酸ナトリウム(pH 5.5)、1 mM EDTA、5 mM 2-メルカプトエタノール混合液中で、20ユニットのタバコ酸性ピロホスファターゼ(TAP)により37°C、45分間処理した。

【0097】

フェノール:クロロホルム抽出処理およびエタノール沈殿処理の後、2-4 μ gのBAP-TAP処理ポリ(A)+ RNAを2つのプールに分けて、各プールをRNAリンカー(5'-oligo 1および5'-oligo 2)とそれぞれライゲーションさせた。5'-oligo 1および5'-oligo 2は、それぞれ次の塩基配列を有するRNAである。いずれのRNAリンカーも、XhoIおよびMmeI認識配列を含む。

5'-oligo 1/配列番号: 1

5'-UUU GGA UUU GCU GGU GCA GUA CAA CUA GGC UUA AUA CUC GAG UCC GAC -3'

5'-oligo 2/配列番号: 2

5'-UUU CUG CUC GAA UUC AAG CUU CUA ACG AUG UAC GCU CGA GUC CGA C -3'

250 ユニット RNA ligase (TaKaRa)、および100ユニット Rnasinを、下記組成の反応混合液で総液量 100 μ Lとし、20℃、3-16時間反応させ、RNAリンカーをライゲーションした。

50 mM Tris-HCl (pH 7.5)
5 mM MgCl₂、
5 mM 2-メルカプトエタノール
0.5 mM ATP
25% PEG8000

【0098】

cDNA合成

cDNAの合成にあたり、完全長cDNA富化ライブラリーと5'末端cDNA富化ライブラリーの2種類のライブラリーを合成した。完全長cDNA富化ライブラリーは、オリゴdTアダプタープライマーを使ってpoly(A)+mRNAを鋳型として合成されたcDNAからなる、完全長cDNAに富むライブラリーである。一方、5'末端cDNA富化ライブラリーは、cDNAの合成にランダムアダプタープライマーを使って合成されたcDNAからなっている。ランダムアダプタープライマーの使用によって、poly(A)を伴わない断片からも、cDNAが合成されている。これら2種類のcDNAのそれぞれについて、遺伝子タグの取得を試みた。

【0099】

ライゲーションされなかったRNAリンカーを取り除いた後、RNaseH フリーの逆転写酵素 (Superscript II, Gibco BRL)によりcDNAを合成した。完全長cDNA富化ライブラリーを得るために、10 pmolのdTアダプタープライマー (配列番号: 3) を、2-4 μ gのオリゴキャップポリ(A)+ RNAを含む50 μ lに加えてcDNAを合成した。

dTアダプタープライマー (配列番号: 3)

5'-GCG GCT GAA GAC GGC CTA TGT GGC CTT TTT TTT TTT TTT-3'

反応条件はメーカー推奨の方法に従った (42℃、1時間インキュベート)。

【0100】

更に5'末端cDNA富化ライブラリーを得るために、10 pmolのランダムアダプタープライマー (配列番号: 4)を用いて12℃、1時間のインキュベーションを行い、更に42℃、1時間インキュベーションを行った。

ランダムアダプタープライマー (配列番号: 4)

5'-GCG GCT GAA GAC GGC CTA TGT GGC CNN NNN NC-3'

【0101】

cDNAの増幅

第1鎖cDNAを合成した後、RNAを15 mM NaOHで65℃、1時間処理することにより分解した。1 μ gのオリゴキャップポリ(A)+ RNAを鋳型として合成されたcDNAを、100 μ l中に16 pmolの5'PCRプライマーおよび3'PCRプライマー (5'-GCG GCT GAA GAC GGC CTA TGT-3' / 配列番号: 7)を含むXL PCRキット (Perkin-Elmer)を用いて増幅した。5'PCRプライマーは、RNAリンカーとして5'oligo-1をライゲーションしたプールについては配列番号: 5の、また5'oligo-2のプールには配列番号: 6のプライマーをそれぞれ用いた。

5'oligo 1用5'PCRプライマー / 配列番号: 5

5'ピオチン- GGA TTT GCT GGT GCA GTA CAA CTA GGC TTA ATA-3'

5'oligo 2用5'PCRプライマー / 配列番号: 6

5'ピオチン- CTG CTC GAA TTC AAG CTT CTA ACG ATG TAC G-3'

3'PCRプライマー (配列番号: 7)

5'-GCG GCT GAA GAC GGC CTA TGT-3'

第1鎖の合成にdT-アダプタープライマーをプライマーとして用いた場合、94℃ 1分間、58℃ 1分間および72℃ 10分間のサイクルを5~10回繰り返してcDNAの増幅を行った。また第1鎖の合成にランダムアダプタープライマーをプライマーとして用いた場合には、94℃ 1分間、58℃ 1分間および72℃ 2分間のサイクルを10回繰り返してcDNAの増幅を行った。

【0102】

PCR産物は、1回のフェノール:クロロホルム(1:1)処理の後、エタノール沈澱処理を経て、MmeI型IIs 制限酵素 (University of Gdansk Center for Technology Transfer, Gdansk, Poland)により処理した。制限酵素処理は、総液量300 μ lの10mM HEPES、pH8.0、2.5mM 酢酸カリウム、5mM 酢酸マグネシウム、2 mM DTTおよび 40 μ M S-アデノシルメチオン混合液中で40ユニットのMmeIを用いて37 $^{\circ}$ C、2.5時間行った。制限酵素処理された5'末端cDNA断片はストレプトアビジンでコートされたマグネティックビーズ(Dynal, Oslo, Norway)に結合させた。4ユニットのT4 DNAリガーゼを添加した供給バッファーを含む16 μ lの反応溶液中で16 $^{\circ}$ C、2.5時間反応させて、ビーズに結合しているcDNA断片を互いに直接結合させてダイタグを得た。

【0103】

生成したダイタグはプライマー5' -GGA TTT GCT GGT GCA GTA CAA CTA GGC- 3' (配列番号: 8) および5' -CTG CTC GAA TTC AAG CTT CTA ACG ATG-3' (配列番号: 9) を用いて、PCRにより増幅した。PCR産物をポリアクリルアミドゲル電気泳動(PAGE)により確認し、XhoIにより処理した。ダイタグを含むバンドを切り出し、セルフライゲーションさせて長いコンカテマーを形成させた。このコンカテマーをpZero 1.0 (Invitrogen)のXhoI部位に組み込んだ。

【0104】

M13 フォワードプライマーおよびM13リバープライマーを使用したPCRによりコロニーのスクリーニングを行った。600 bp以上のインサートを含むPCR産物は、Big Dye terminator ver.3を用いて、3730 ABI自動DNAシーケンサー(Applied Biosystems, CA)により配列を決定した。全ての電気泳動図に対して、不明瞭な塩基の有無を確認するため、およびミスリーディングを修正するために目視による再解析を行った。

【0105】

各タグの出現頻度を、そのために作製したソフトウェアで測定した。解析の結果得られたタグの塩基配列をqueryとして、BLASTサーチ (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>) およびthe human genome database (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/guide/human/>)のデータを検索した。

【0106】

ランダムアダプタープライマーによって合成された5'末端cDNA富化ライブラリーから得られた3000以上の遺伝子タグの塩基配列を解析した結果の一部を以下にまとめた。以下の結果においては、遺伝子タグの塩基配列を記載した配列番号に続けて、次の情報を/で区切って記載した。またこれらの情報の後に行を改めてヒットした既知遺伝子の情報 (GenBank Accession No.とアノテーション) を記載した。

遺伝子タグの塩基配列

得られた遺伝子タグの総数における当該遺伝子タグの出現頻度

遺伝子タグの塩基配列がヒットした既知配列の位置 (○: 5'末端にヒットしたと考えられるもの、×: 5'末端の塩基配列でないと考えられたもの)

(配列番号: 10) / ACATCTGACCTCATGGAG / 27 / ○

gi|33694637|tpg|BK000408.1| TPA: Human adenovirus type 5, complete genome

(配列番号: 11) / CTCTTTCCTTGCCTAACG / 22 / ○

gi|17981705|ref|NM_001007.2| Homo sapiens ribosomal protein S4, X-linked (RPS4X), mRNA

(配列番号: 12) / TACCTGGTTGATCCTGCC / 21 / ×

(配列番号: 13) / CTTTTCCTGTGGCAGCAG / 20 / ○

<gi|16579884|ref|NM_000968.2| Homo sapiens ribosomal protein L4 (RPL4), mRNA

(配列番号: 14) / CTCTCCGCCGTCGTCG / 16 / ○

Homo sapiens eukaryotic translation elongation factor 2 (EEF2), mRNAの上流

(配列番号: 15) / CTCATTGAACTCGCCTGC / 11 / ○

gi|28338|emb|X04098.1|HSACTCGR Homo sapiens mRNA for cytoskeletal gamma-actin (ACTG1 gene)
(配列番号: 16) / CTGGTTGATCCTGCCAGT / 11 / ×

(配列番号: 17) / CTCAGTCGCCGCTGCCAG / 10 / ○

gi|28338|emb|X04098.1|HSACTCGR Homo sapiens mRNA for cytoskeletal gamma-actin (ACTG1 gene)
(配列番号: 18) / CTTTCACTGCAAGGCGGC / 10 / ○

gi|18314626|gb|BC021993.1| guanine nucleotide binding protein (G protein), beta polypeptide 2-like 1
(配列番号: 19) / ACGCTGTGACAGCCACAC / 9 / ○

NM_005382の上流
(配列番号: 20) / GTGACAGCCACACGCCCC / 9 / ×

gi|35045|emb|Y00067.1|HSNFM Human gene for neurofilament subunit M (NF-M)
(配列番号: 21) / AACGGCTAGCCTGAGGAG / 8 / ×

gi|188487|gb|M59828.1|HUMMHSP Human MHC class III HSP70-1 gene (HLA), complete cds
(配列番号: 22) / AGTAGCAGCAGCGCCGGG / 8 / ○

gi|14043071|ref|NM_031243.1| Homo sapiens heterogeneous nuclear ribonucleoprotein A2/B1
(配列番号: 23) / ATTCCTAGTTAAGGCGGC / 8 / ○

gi|5020073|gb|AF146651.1|AF146651 Homo sapiens glyoxalase-I gene, complete cds
(配列番号: 24) / AATTGTGTTTCGACGCCGC / 7 / ○

gi|22027640|ref|NM_002107.2| Homo sapiens H3 histone, family 3A (H3F3A), mRNA
(配列番号: 25) / ATATTTCTTACTCTCTCG / 7 / ×

gi|37704377|ref|NR_001564.1| Homo sapiens X (inactive)-specific transcript (XIST) on chromosome X
(配列番号: 26) / CTCAGTCGCCGCTGCCAA / 7 / ○

gi|28338|emb|X04098.1|HSACTCGR Homo sapiens mRNA for cytoskeletal gamma-actin
(配列番号: 27) / AAAACGCCCAGCCTGAGG / 6 / ×

gi|188489|gb|M59830.1|HUMMHSP2 Human MHC class III HSP70-2 gene (HLA), complete cds
(配列番号: 28) / CTCTCTTCACTGCAAGG / 6 / ○

gi|12652914|gb|BC000214.1| guanine nucleotide binding protein (G protein), beta polypeptide 2-like 1
(配列番号: 29) / AATTCTACGCGCACCGG / 5 / ○

gi|402305|gb|L24369.1|HUMRPS4A Homo sapiens ribosomal protein S4 gene
(配列番号: 30) / ACCGCCGAGACCGCGTCC / 5 / ○

gi|10437878|dbj|AK025375.1| Homo sapiens ACTB mRNA for mutant beta-actin
(配列番号: 31) / AGACGCAGAGTAGATTGT / 5 / ○

gi|2315183|emb|Z82216.1|HS75N13 Human DNA sequence from clone RP1-75N13 on chromosome Xq21.1,
(配列番号: 32) / AGTTCGATCGGTAGCGGG / 5 / ×

gi|37540535|ref|XM_294582.2| Homo sapiens similar to DNA-binding protein B (LOC347295), mRNA
(配列番号: 33) / AGTTCTCGGGCGTACGGC / 5 / ○

gi|30581134|ref|NM_006306.2| Homo sapiens SMC1 structural maintenance of chromosomes 1-like 1
(配列番号: 34) / AGTTGCTTCAGCGTCCCG / 5 / ○

gi|32487|emb|X15183.1|HSHSP90R Human mRNA for 90-kDa heat-shock protein

(配列番号: 35) / ATTAAACGGTTGCAGGCG / 5 / ×
gi|33239450|ref|NM_182649.1| Homo sapiens proliferating cell nuclear antigen (PCNA)transcript variant 2, mRNA

(配列番号: 36) / CCGGCCGGGGGCGGGCG / 5 / ○
gi|555853|gb|U13369.1|HSU13369 Human ribosomal DNA complete repeating unit

(配列番号: 37) / CCTTTTGGCTCTCTGACC / 5 / ○
gi|15718688|ref|NM_001006.2| Homo sapiens ribosomal protein S3A (RPS3A), mRNA

(配列番号: 38) / CTCAGTACAGCTCCGGCC / 5 / ○
gi|21217408|gb|AC015849.5| Homo sapiens chromosome 17, clone RP11-362K1, complete sequence

(配列番号: 39) / CTCTTTCGGCCGCGCTGG / 5 / ○
gi|461248|dbj|D28421.1|HUMRPL80 Homo sapiens mRNA for ribosomal protein L8 homologue, 5'UTR

【0107】

得られたタグのうち30の塩基配列の解析の結果、73%以上(22/30)のタグは、実際にcDNAの5'末端の塩基配列であった。本発明に基づいて、高い確率でmRNAの5'末端の塩基配列をタグとして取得できることが裏付けられた。

【産業上の利用可能性】

【0108】

本発明は、遺伝子タグの取得に有用である。遺伝子タグは、遺伝子に固有の塩基配列情報である。したがって、ある遺伝子ライブラリーにおけるタグの出現頻度は、そのライブラリーを構成する全ての遺伝子の発現状態を反映していると考えられる。そのため、遺伝子タグは、遺伝子発現解析に有用である。特に本発明によって得ることができる遺伝子タグは、全てのmRNAが有している5'末端の構造に基づいて生成される。したがって、本発明によって生成されるタグに基づく遺伝子発現解析の結果は、より信頼性が高い。

【0109】

また本発明のタグは、mRNAの5'末端領域の塩基配列情報を含んでいる。したがって、本発明によって生成されるタグの塩基配列情報に基づいて、ゲノムにおける転写開始点を同定することができる。また本発明のタグの塩基配列情報に基づいてデザインされたオリゴヌクレオチドは、全長cDNAの合成用プライマーとして利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0110】

【図1】本発明に基づく、遺伝子タグの取得方法の例を示す図。

【配列表】

SEQUENCE LISTING

<110> Post Genome Institute Co., Ltd.

<120> Method for producing gene tags

<130> PGI-A0301

<160> 39

<170> PatentIn version 3.1

<210> 1

<211> 48

<212> RNA

<213> Artificial

<220>

<223> an artificially synthesized RNA linker sequence

<400> 1

uuuggauuug cuggugcagu acaacuaggc uaaauacucg aguccgac

48

<210> 2

<211> 46

<212> RNA

<213> Artificial

<220>

<223> an artificially synthesized RNA linker sequence

<400> 2

uuucugcucg aaaucaagcu ucuaacgaug uacgcucgag uccgac

46

<210> 3

<211> 42

<212> DNA

<213> Artificial

<220>

<223> an artificially synthesized primer sequence

<400> 3

gcggctgaag acggcctatg tggccttttt tttttttttt tt

42

<210> 4

<211> 32
<212> DNA
<213> Artificial

<220>
<223> an artificially synthesized primer sequence

<220>
<221> misc_feature
<222> (26)..(31)
<223> "n"=a, t, g or c

<400> 4
gcggctgaag acggcctatg tggccnnnnn nc

32

<210> 5
<211> 33
<212> DNA
<213> Artificial

<220>
<223> an artificially synthesized primer sequence

<220>
<221> misc_feature
<222> (1)..(1)
<223> Label biotin

<400> 5
ggatttgctg gtgcagtaca actaggctta ata

33

<210> 6
<211> 31
<212> DNA
<213> Artificial

<220>
<223> an artificially synthesized primer sequence

<220>
<221> misc_feature
<222> (1)..(1)
<223> Label biotin

<400> 6

31

ctgctcgaat tcaagcttct aacgatgtac g

<210> 7
<211> 21
<212> DNA
<213> Artificial

<220>
<223> an artificially synthesized primer sequence

<400> 7
gcggctgaag acggcctatg t 21

<210> 8
<211> 27
<212> DNA
<213> Artificial

<220>
<223> an artificially synthesized primer sequence

<400> 8
ggatttgctg gtgcagtaca actaggc 27

<210> 9
<211> 27
<212> DNA
<213> Artificial

<220>
<223> an artificially synthesized primer sequence

<400> 9
ctgctcgaat tcaagcttct aacgatg 27

<210> 10
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 10
acatctgacc tcatggag 18

<210> 11
<211> 18

<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 11
ctctttcctt gcctaacg

18

<210> 12
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 12
tacctggttg atcctgcc

18

<210> 13
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 13
cttttcctgt ggcagcag

18

<210> 14
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 14
ctcttcgcc gtcgtcgc

18

<210> 15
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 15
ctcattgaac tcgcctgc

18

<210> 16
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 16
ctggttgatc ctgccagt

18

<210> 17
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 17
ctcagtcgcc gctgccag

18

<210> 18
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 18
ctttcactgc aaggcggc

18

<210> 19
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 19
acgctgtgac agccacac

18

<210> 20
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 20
gtgacagcca cacgcccc

18

<210> 21
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 21
aacggctagc ctgaggag

18

<210> 22
<211> 18
<212> DNA

<213> Homo sapiens

<400> 22

agtagcagca gcgccggg

18

<210> 23

<211> 18

<212> DNA

<213> Homo sapiens

<400> 23

attcctagtt aaggcggc

18

<210> 24

<211> 18

<212> DNA

<213> Homo sapiens

<400> 24

aattgtgttc gcagccgc

18

<210> 25

<211> 18

<212> DNA

<213> Homo sapiens

<400> 25

atatttctta ctctctcg

18

<210> 26

<211> 18

<212> DNA

<213> Homo sapiens

<400> 26

ctcagtcgcc gctgcaa

18

<210> 27

<211> 18

<212> DNA

<213> Homo sapiens

<400> 27

aaaacggcca gcctgagg

18

<210> 28
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 28
ctctctttca ctgcaagg 18

<210> 29
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 29
aatttctacg cgcaccgg 18

<210> 30
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 30
accgccgaga ccgcgtcc 18

<210> 31
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 31
agacgcagag tagattgt 18

<210> 32
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 32
agttcgatcg gtagcggg 18

<210> 33
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 33
agttctcggg cgtacggc

18

<210> 34
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 34
agttgcttca gcgtcccg

18

<210> 35
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 35
attaaacggt tgcaggcg

18

<210> 36
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 36
ccggccgggg ggcgggCG

18

<210> 37
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 37
ccttttggct ctctgacc

18

<210> 38
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 38
ctcagtacag ctccggcc

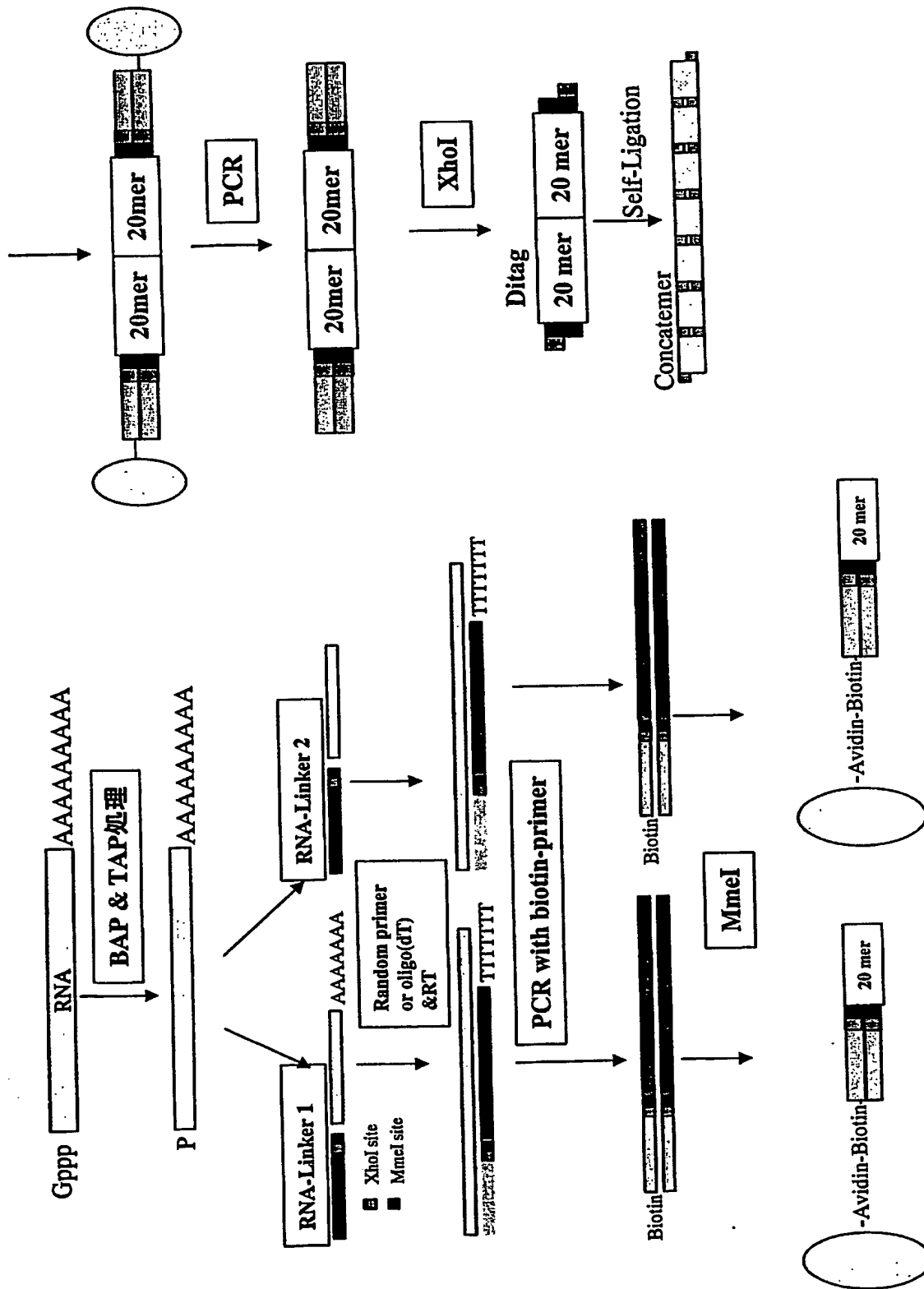
18

<210> 39
<211> 18
<212> DNA
<213> Homo sapiens

<400> 39
ctcttttcggc cgcgctgg

18

【書類名】 図面
【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明の課題は、遺伝子タグの生成方法の提供である。

【解決手段】 mRNAの5'末端の塩基配列をタグとして生成するための方法が提供された。本発明の方法は、CAP構造にIIs型制限酵素の認識配列を含むIIsリンカーを連結したmRNAを鋳型としてcDNAを合成する工程を含む。このcDNAにIIs型制限酵素を作用させることによって、mRNAの5'末端の塩基配列からなるタグが生成される。

塩基配列に依存せず、あらゆるmRNAからタグを生成することができる。本発明のタグの塩基配列情報に基づいて、転写開始点の同定方法や、全長cDNA合成用プライマーが提供される。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 4 0 2 3 0 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 1 0 0 5 1 8 4]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 6 月 2 6 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都文京区西片 2 - 2 5 - 8、モンテベルデ本郷西片 2 0 6 号

氏 名

株式会社ポストゲノム研究所

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 1 2 月 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都文京区本郷 3 - 3 8 - 1 本郷イシワタビル 6 F

氏 名

株式会社ポストゲノム研究所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.